

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-152522

(43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/30

(21)Application number : 07-312157

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 30.11.1995

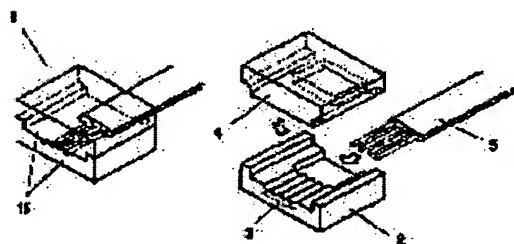
(72)Inventor : TAMEKUNI YOSHIAKI

KATSUSHIME HIROSHI

(54) STRUCTURE FOR CONNECTING OPTICAL FIBER ALIGNING PARTS AND OPTICAL WAVEGUIDE SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lessen the light loss and to attain long-term stability of the case optical fibers and the optical waveguide cores of an optical waveguide substrate are optically and mechanically connected.



SOLUTION: The aligning parts 1 constitute a V-groove member provided with V-shaped grooves 3 for positioning the optical fibers 5 to be optically coupled to the optical waveguides. The parts consist of the parts molded by transferring the V-shaped grooves formed in metal molds, the optical fibers 5 adhered and fixed to the transferred V-shaped grooves 3 and a plate member 4 adhered and fixed thereon and have a projecting surface 15 for connection to the optical

waveguide substrate. The parts consist of a transparent thermosetting or thermoplastic resin.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.07.2003

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection] 2003-15145

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection] 07.08.2003

[Date of extinction of right]

NOTICES

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] What was fabricated by imprinting the slot of the shape of V character which is V slot material which prepared the slot of the shape of V character for deciding the location of the optical fiber which should be optically combined with optical waveguide, and which consists of transparent thermosetting or thermoplastic plastics, and was prepared in metal mold, The optical fiber alignment components characterized by having ***** for connecting with the optical waveguide substrate which consists of the optical fiber pasted up and fixed to the slot of the shape of V imprinted character, and the transparent plate-like part material which carried out adhesion immobilization on it, and has said optical waveguide [claim 2] They are the optical fiber alignment components [claim 3] of an account to claim 1 characterized by consisting of the transparent plastics thermosetting or thermoplastic in which said V slot material contains silica powder as a bulking agent. The optical fiber alignment component according to claim 1 characterized by consisting of thermosetting or thermoplastic the transparent plastics or the quartz glass with which said plate-like part material contains silica powder as a bulking agent [claim 4] The optical fiber alignment component according to claim 1 characterized by considering as integral construction when said V slot material and said plate-like part material are fixed with adhesives before the process which fixes an optical fiber to the slot of the shape of said V character [claim 5] The optical fiber alignment component according to claim 1 characterized by making said plate-like part material and said V slot material into integral construction by fabricating thermosetting or thermoplastic plastics where said plate-like part material is fixed in said metal mold [claim 6] The optical fiber alignment component according to claim 1 with which said ***** is characterized by 5 degrees or 15 degrees inclining to a right-angled direction at the optical axis of an optical fiber [claim 7] The optical fiber alignment component according to claim 1 characterized by aligning two or more optical fibers with high precision by laying an optical fiber in the slot of the shape of said V character, applying adhesives, pasting up, pressurizing from the upper part of the optical fiber using said plate-like part material further, irradiating ultraviolet rays and hardening them [claim 8] The optical fiber alignment component according to claim 1 characterized by aligning two or more optical fibers with high precision by applying and inserting adhesives in the slot of the shape of V character of the optical fiber alignment components which made integral construction said V slot material and said plate-like part material at the tip of said optical fiber, irradiating ultraviolet rays and hardening them [claim 9] Connection structure of said optical fiber characterized by connecting the optical fiber and the optical waveguide core of an optical waveguide substrate which aligned with the optical fiber alignment components of a publication in any 1 term of claim 1 thru/or claim 8 by pasting up said ***** mutually with adhesives, and said optical waveguide [claim 10] Connection structure of said optical fiber according to claim 9 characterized by the ultraviolet-rays hardening resin which pastes up said ***** mutually being optically transparent, and the value of the refractive index being in agreement in the value of each refractive index of the core of said optical fiber, and said optical waveguide core, and **10% of error range, and said optical waveguide [claim 11] Connection structure of said optical fiber according to claim 9 characterized by the difference of the coefficient of thermal expansion of said V slot material and the coefficient of thermal expansion of said optical waveguide substrate being less than [$1.4 \times 10^{-5} / \text{degree C}$], and said optical waveguide

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Q001]

[The field of the technique in which invention belongs] This invention relates to connection structure with the optical fiber alignment components for connecting an optical fiber and optical waveguide to low loss and stability, and an optical waveguide substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] When connecting two or more optical fibers with optical waveguide conventionally, the terminal section of an optical fiber connects a multi-core optical fiber with the optical waveguide of an optical waveguide substrate collectively by the slot (JP,6-51155,A) of the shape of V character of optical fiber alignment components, after aligning in a predetermined pitch. The V character-like slot is formed by the grinding of silicon or quartz material. As an approach of pasting up optical fiber alignment components and an optical waveguide substrate, although the approach of hardening by applying ultraviolet curing mold resin and irradiating ultraviolet rays is used, about adhesion of the location which ultraviolet rays do not reach, hardening with heating etc. is common.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in processing of the slot of the shape of V character by the grinding of said conventional method, there is a problem that processing is difficult and cost becomes high. Moreover, since grinding blades are also technically worn out, the configuration of the slot of the shape of V character which carried out grinding, the depth, etc. change with time, and there is a problem that the positioning accuracy of an optical fiber deteriorates. Although hardening with heating etc. is common to adhesion by the adhesives in the location which ultraviolet rays do not reach, time amount is taken in this case and there is a problem that connection loss arises, by the minute location gap with an optical fiber in the meantime and optical waveguide.

[0004] The optical fiber alignment components which formed pore with transparent plastics as an attempt which solves such a problem are proposed (W0 94/23321). However, with the optical fiber alignment components of the mold which has this pore, since the configuration is complicated, the flow of the resin at the time of plastic molding becomes complicated, and shaping precision cannot be made high with the ununiformity of the heat shrink at the time of cooling from molding temperature to ordinary temperature. It follows, and distortion remains, deformation produces after shaping over the long period of time in duration of service, and it becomes the cause of optical loss.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention fabricates the metal mold which has the slot of the shape of V detailed character for the slot of the shape of V character of V slot material for deciding the location of an optical fiber by the approach of imprinting to plastics. As compared with the approach of fabricating said pore type of optical fiber alignment components by this shaping approach, a configuration is simple, the slot of the shape of V detailed character is essentially formed in a monotonous front face, and since a heat shrink is also comparatively uniform and there is also little residual distortion, V slot material with a high shaping precision can be obtained. Therefore, while becoming possible to position an optical fiber with high precision, to arrange an optical axis with each optical waveguide core correctly, and to connect optically and mechanically, since there is little residual distortion, subsequent deformation can be lessened, and optical loss by it can also be made small.

[0006] Furthermore, by constituting V slot material fabricated to the above-mentioned high degree of accuracy from transparent plastic material While making small optical loss which pastes up for a short time firmly as can reach, and produces ultraviolet rays by the minute location gap at the time of the time of connection etc. all over the adhesives layer applied to each ***** of optical fiber alignment components and an optical waveguide substrate as much as possible The location gap based on the differential thermal expansion in subsequent duration of service is controlled, and optical loss is made small.

[0007] As transparent plastic material, the particle of the silica of a vitreous state is mixed in an epoxy resin 80% or more, and, specifically, a refractive index and coefficient of thermal expansion use the thing near a quartz. It enables it to paste up firmly the adhesives which secured ultraviolet-rays transparency and were applied to each ***** by this by ultraviolet rays for a short time. Moreover, about the optical loss based on the location gap with the optical waveguide substrate produced by the big thermal expansion of plastics, by mixing the particle of the silica of a vitreous state, a differential thermal expansion is made small and solved.

[0008]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail, referring to an accompanying drawing. In addition, in explanation of a drawing, the same sign is given to the same element, and the overlapping explanation is omitted.

[0009] The 1st example is explained. Drawing 1 shows the configuration of the optical fiber alignment components concerning this invention. Drawing 2 is drawing showing the metal mold for the plastics for forming V slot material among the optical fiber alignment components shown in drawing 1. Drawing 3 shows the metal mold for fabricating the thing of one apparatus with which V slot material and plate-like part material were united by fixing plate-like part material in metal mold beforehand among the optical fiber alignment components shown in drawing 1. Drawing 4 is the connection structure of the optical fiber alignment components and optical waveguide substrate which are shown in drawing 1.

[0010] The configuration of the optical fiber alignment components of this invention is explained based on drawing 1. 2 is V slot material and has the slot 3 of the shape of V character for aligning the optical fiber which should be connected with optical waveguide at predetermined spacing. 5 is the optical fiber which should be connected with optical waveguide, and since it pastes up and fixes to V slot material, it has removed covering of a point. 4 is plate-like part material which has the function of the lid for protecting mechanically after that while laying the optical fiber 5 which applied adhesives in the slot 3 of the shape of V character of V slot material and pressurizing and carrying out adhesion immobilization from it. 1 shows the optical fiber alignment components of assembly ***** combining V slot material 2, an optical fiber 5, and the plate-like part material 4, and has ***** 15 for pasting [an optical waveguide substrate and] up, fixing and connecting.

[0011] In order that V slot material 1 may make a coefficient of thermal expansion mostly in agreement with it of the silicon of an optical waveguide substrate for the purpose of controlling the optical loss by thermal expansion and contraction, To epoxy resin 17.5 volume % of 34.4×10^{-6} , coefficient of linear expansion mixes vitrified silica powder 82.5 volume [which is about 2.4×10^{-6} /degree C] %, and the coefficient of linear expansion which is thermosetting resin uses the plastic molding compound which adjusted coefficient of linear expansion to about 8×10^{-6} /degree C. in this case, the epoxy resin of the pure refractive index 1.460 which does not contain the additive of a coloring agent and others after washing the vitrified silica powder of a refractive index 1.4584 enough, carrying out a vacuum drying and eliminating an impurity, humidity, etc. completely, in order not to reduce the transparency after shaping of V slot material by mixing of air bubbles etc. -- the above -- it mixes enough with a mixing ratio and considers as the transparent plastic molding compound of the average refractive index 1.4587.

[0012] In addition, although what mixed vitrified silica powder in the epoxy resin was used for the plastic molding compound used for this example, it cannot be restricted to this and transparent thermoplastics, such as polyester and a polycarbonate, can also be used for it.

[0013] Shaping of V slot material 1 is performed by carrying out fabrication using the metal mold shown in drawing 2. First, after sticking the upper metal mold 7 and the Shimokane mold 6 which has the V character-like slot 11 and heating to molding temperature, the thermosetting resin containing said silica powder which carried out remaining heat is poured in by the predetermined pressure from the resin injected hole 10. Metal mold 6 and 7 is disassembled after radiational cooling, and V slot material 2 is taken out. By this approach, since the slot 11 of the shape of V highly precise character of metal mold 6 can be imprinted with resin shaping, it is stabilized, highly precise V slot material can be manufactured, and highly precise alignment of an optical fiber is attained.

[0014] What was created by carrying out grinding of the quartz glass is used for the plate-like part material 4.

[0015] The assembly of the optical fiber alignment components 1 is assembled by laying the optical fiber 5 which applied ultraviolet curing mold adhesives at a tip, pasting the slot 3 of the shape of said V character of V slot material 2, using said plate-like part material 4 further, and pressurizing and fixing from the upper part of the optical fiber. Moreover, since the plate-like part material 4 transparent in this example made from a quartz was used, ultraviolet rays are irradiated from the upper part of this plate-like part material 4, and adhesion of the optical fiber 5 to the V character-like slot 3 can also be completed in a short time.

[0016] What carried out the laminating of the optical waveguide 22 which consists of about 200-micrometer quartz layer containing the optical waveguide core 20 on a silicon substrate 21, and the back up plate 23 which consists of transparent quartz glass on it is used for the optical waveguide substrate 100 which should be connected with the

optical fiber alignment components 1 so that it may be shown in a part of drawing 4 .

[0017] Since the whole is transparent, the exposure of the optical fiber alignment components 1 of this example is attained by ultraviolet rays 25 in the whole surface of the ultraviolet-rays hardening resin layer 24 of each ***** so that connection structure with the optical waveguide substrate 100 shown in drawing 4 may show. Therefore, the optical fiber alignment components 1 and the optical waveguide substrate 100 can be firmly pasted up by ultraviolet rays in a short time.

[0018] As the optical fiber 5 of the optical fiber alignment components 1, and the optical waveguide core 20 of the optical waveguide substrate 100, mechanical and optical coupling To ***** 15 of the optical fiber alignment components 1, and ***** 26 of an optical waveguide substrate Ultraviolet-rays hardening resin 25 is optically transparent, and the value of the refractive index uses the thing of the almost same refractive index 1.460 as the refractive index 1.4662 of the core of an optical fiber 5, and the refractive index 1.4584 of the optical waveguide core 20. It positioned so that the amount of transmitted lights might become max, and ultraviolet rays were irradiated for about 10 minutes, and adhesion immobilization was carried out. In this case, in order to avoid optical loss, as for the refractive index of ultraviolet-rays hardening resin 24, it is desirable that it is in agreement with each refractive index of the core of an optical fiber 5 and the optical waveguide core 20 within **10%.

[0019] When the effect of the temperature about connection with the optical fiber alignment components 1 and the optical waveguide substrate 100 by this example was investigated, optical loss by the difference in thermal expansion was able to be made very low with 0.2dB or less to the temperature change of the range of -40+80 degrees C. Having made small the coefficient of thermal expansion of said V slot material just like [of an optical waveguide substrate] the coefficient of thermal expansion and some differential thermal expansion are because the effect was controlled by firm adhesion.

[0020] Although what consists of quartz glass as plate-like part material 4 was used in this example, it is not restricted to this and may be made from the transparent resin which mixed the vitrified silica used for shaping of said V slot material.

[0021] In addition, in case V slot material 2 is fabricated, as shown in drawing 3 , where the plate-like part material 4 is beforehand put in in metal mold, the member with which V slot material 2 and the plate-like part material 4 were united can also be used by carrying out fabrication. In this case, as shown in drawing 3 , the plate-like part material 4 is inserted in the cavity 8 of the Shimokane mold 6. the metal mold 12 for forming a V character-like groove in the predetermined location of a moreover is laid, and the member with which V slot material 2 and the plate-like part material 4 were united is fabricated by the metal mold for forming the exterior of V slot material attached in the lower part of these and the upper metal mold 7 which is not illustrated. However, the quality of the material of the plate-like part material 4 put in in metal mold needs to be quite higher than the softening temperature of the raw-material resin used for fabrication. It is in the condition which applied ultraviolet-rays hardening resin to the part which exfoliated covering at the tip of an optical fiber 5, and the assembly of the optical fiber alignment components 1 in this case is inserted in the member of above-mentioned one apparatus, it irradiates ultraviolet rays from the upper part of the plate-like part material 4, and is performed by carrying out adhesion immobilization.

[0022] It may insert the plate-like part material 4 beforehand into metal mold, and may make it one, and although fabrication of the member with which above-mentioned V slot material 2 and the above-mentioned plate-like part material 4 were united was carried out, what pasted up with adhesives and manufactured others and V slot material 2 and the plate-like part material 4 is sufficient as it.

[0023] in addition -- although ***** 15 of the optical fiber alignment components 1 used by this example used the right-angled thing for the optical axis of an optical fiber 5 -- the direction of a right angle -- receiving -- 5 degrees -- or 8-degree 15 degrees may incline desirably. In this case, the return light produced in the connection of optical fiber alignment components and an optical waveguide substrate can be controlled effectively, and, as a result, a noise can be reduced.

[0024] The 2nd example is explained. The connection structure of the optical fiber alignment components 1 and the optical waveguide substrate 100 which are applied to drawing 5 at this example is shown. This example is the case where a differential thermal expansion becomes comparatively large, by constituting V slot material 2 and the plate-like part material 4 of the optical fiber alignment components 1 from an epoxy resin which mixed vitrified transparent silica powder, and constituting all the ingredients of the member of the optical waveguide substrate 100

from a transparent quartz. That is, the coefficient of thermal expansion of said V slot material 2 and plate-like part material 4 is $8 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, and the coefficient of thermal expansion of the quartz which constitutes an optical waveguide substrate is $2.4 \times 10^{-6}/\text{degree C}$, and is the case which enlarged the differential thermal expansion comparatively with $5.6 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. Of course, since the whole surface of each ***** can be irradiated by ultraviolet rays also in this case, it is possible to paste up firmly the optical fiber alignment components 1 and the optical waveguide substrate 100 for a short time.

[0025] In an example 1, although silicon was used as a substrate 21 of the optical waveguide substrate 100, specifically by this example, quartz glass is used. Thereby, it consists of quartzes with the whole transparent optical waveguide substrate 100. Moreover, in the example 1, although quartz glass was used as an ingredient of the plate-like part material 4 of the optical fiber alignment components 1, at this example, the transparent epoxy resin which mixed the vitrified aforementioned silica is used. Thereby, V slot material 2 and the plate-like part material 4 of the optical fiber alignment components 1 consist of this resin.

[0026] When the effect of the temperature about connection with the optical fiber alignment components 1 and the optical waveguide substrate 100 by this example was investigated, optical loss by the difference in thermal expansion was able to be made very low with 0.3dB or less to the temperature change of the range of $-40 \sim +80$ degrees C. Although it is quite larger than the case of a $5.6 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ and an example 1 in a differential thermal expansion ($8 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ of coefficients of thermal expansion of said V slot material 2 and plate-like part material 4, and $2.4 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ of coefficients of thermal expansion of the quartz which constitutes an optical waveguide substrate), it being quite small as an absolute value and some differential thermal expansion are because the effect was controlled by firm adhesion.

[0027] Since the optical loss by the difference in thermal expansion will be set to 0.5dB or more to the temperature change of the range of $-40 \sim +80$ degrees C if this differential thermal expansion exceeds $1.4 \times 10^{-5}/\text{degree C}$, as for a differential thermal expansion, it is desirable to consider as less than $[1.4 \times 10^{-5}/\text{degree C}]$.

[0028]

[Effect] As explained above, since this invention is fabricated with high precision by the approach of imprinting the metal mold which has a V character-like slot for the slot of the shape of V character of V slot material for deciding the location of the optical fiber which should be connected with optical waveguide, it becomes possible [positioning an optical fiber correctly]. Furthermore, since the coefficient of thermal expansion and the refractive index which mixed vitrified transparent silica powder fabricate V slot material fabricated to the above-mentioned high degree of accuracy, and plate-like part material using the plastics near a quartz etc. Since ultraviolet rays can be connected in a short time all over the adhesives layer which these became transparent and was applied to each ***** of optical fiber alignment components and an optical waveguide substrate as it can reach, a minute location gap in the meantime is prevented, and connection loss can be made small. Moreover, since the differential thermal expansion with an optical waveguide substrate is small, the location gap by thermal expansion is controlled and connection with optical waveguide with it can be made over the long period of time in duration of service. [small and optical loss and] [stable]

[0029]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the optical fiber alignment components and component part of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the metal mold for the plastics for fabricating V slot material among the optical fiber alignment components shown in drawing 1.

[Drawing 3] Plate-like part material is beforehand fixed in the metal mold shown in drawing 2, and it is drawing showing the metal mold for fabricating the member of one apparatus with which V slot material and plate-like part material were united.

[Drawing 4] It is drawing showing the connection structure of the optical fiber alignment components of an example 1,

and an optical waveguide substrate.

[Drawing 5] It is drawing showing the connection structure of the optical fiber alignment components of an example 2, and an optical waveguide substrate.

[Description of Notations]

1: Optical fiber alignment components

2: V slot material

3: V character-like slot

4: Plate-like part material

5: Optical fiber

6: Shimokane mold

7: Upper metal mold

8: Cavity

9: Gate

10: Resin injected hole

Metal mold of the slot of the shape of 11 and 12: V characters

13: V groove receipt slot

15: ***** of optical fiber alignment components

20: Optical waveguide core

21: Substrate

22: Optical waveguide

23: Back up plate

24: Ultraviolet curing mold resin layer

25: Ultraviolet rays

26: ***** of an optical waveguide substrate

100: Optical waveguide substrate

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-152522

(43)公開日 平成9年(1997)6月10日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 2 B 6/30

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/30

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-312157

(22)出願日 平成7年(1995)11月30日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 為國 芳享

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 勝占 洋

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 上代 哲司 (外2名)

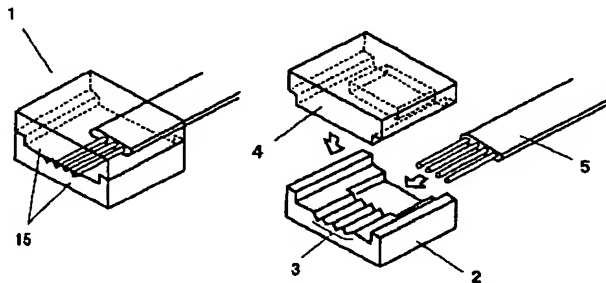
(54)【発明の名称】 光ファイバ整列部品と光導波路基板との接続構造

(57)【要約】

【課題】 光ファイバと光導波路基板の光導波路コアとの光学的、機械的接続のための、光損失が小さく、かつ長期間安定な光ファイバ整列部品を提供する。

【解決手段】 光導波路と光学的に結合すべき光ファイバ(5)の位置を決めるV字状の溝(3)を設けたV溝部材(1)であって、金型に設けたV字状の溝を転写することにより成形したものと、転写したV字状の溝

(3)に接着し固定した光ファイバ(5)と、その上に接着固定した板状部材(4)とから成り、かつ光導波路基板と接続する為の突合端面(15)を有する光ファイバ整列部品(1)であって、透明な熱硬化性又は熱可塑性プラスチックからなることを特徴とする光ファイバ整列部品(1)



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路と光学的に結合すべき光ファイバの位置を決める為のV字状の溝を設けた、透明な熱硬化性又は熱可塑性のプラスチックから成るV溝部材であって、金型に設けたV字状の溝を転写することにより成形したものと、転写したV字状の溝に接着し固定した光ファイバと、その上に接着固定した透明な板状部材とから成り、かつ前記光導波路を有する光導波路基板と接続する為の突合端面とを有することを特徴とする光ファイバ整列部品

【請求項2】 前記V溝部材が充填剤としてシリカ粉を含む、熱硬化性又は熱可塑性の透明なプラスチックから成ることを特徴とする、請求項1に記の光ファイバ整列部品

【請求項3】 前記板状部材が充填剤としてシリカ粉を含む透明な熱硬化性又は熱可塑性のプラスチック又は石英ガラスから成ることを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項4】 前記V溝部材と前記板状部材とが、前記V字状の溝に光ファイバを固定する工程の前に、接着剤で固定することにより一体構造としたことを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項5】 前記板状部材を前記金型内に固定した状態で、熱硬化性又は熱可塑性のプラスチックを成形することにより前記板状部材と前記V溝部材を一体構造としたことを特徴とする請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項6】 前記突合端面が光ファイバの光軸に直角な方向に対し5°乃至は15°傾斜していることを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項7】 前記V字状の溝に光ファイバを載置し、接着剤を塗布して接着し、更に前記板状部材を用いてその光ファイバの上部から加圧し、紫外線を照射して硬化することにより、複数の光ファイバを高精度に整列することを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項8】 前記V溝部材と前記板状部材とを一体構造とした光ファイバ整列部品のV字状の溝に、前記光ファイバの先端に接着剤を塗布して挿入し、紫外線を照射して硬化することにより、複数の光ファイバを高精度に整列することを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ整列部品

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の光ファイバ整列部品により整列された光ファイバと光導波路基板の光導波路コアとが、前記突合端面を相互に接着剤により接着することにより接続されたことを特徴とする、前記光ファイバと前記光導波路との接続構造

【請求項10】 前記突合端面を相互に接着する紫外線硬化樹脂が、光学的に透明であって、その屈折率の値

が、前記光ファイバのコアと前記光導波路コアの各屈折率の値と±10%の誤差範囲で一致することを特徴とする、請求項9に記載の前記光ファイバと前記光導波路との接続構造

【請求項11】 前記V溝部材の熱膨張係数と前記光導波路基板の熱膨張係数との差が $1.4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とする、請求項9に記載の前記光ファイバと前記光導波路との接続構造

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術の分野】本発明は、光ファイバと光導波路とを低損失かつ安定に接続するための光ファイバ整列部品及び光導波路基板との接続構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光導波路と複数の光ファイバを接続する場合、光ファイバの端末部は、光ファイバ整列部品のV字状の溝（特開平6-51155号公報）により、所定のピッチに整列したのち、多心の光ファイバを一括して光導波路基板の光導波路と接続する。V字状の溝は、シリコンや石英材の研削により形成している。光ファイバ整列部品と光導波路基板とを接着する方法としては、紫外線硬化型樹脂を塗布して、紫外線を照射することにより硬化する方法が用いられるが、紫外線が届かない位置の接着については、加熱等により硬化するのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記従来法の、研削によるV字状の溝の加工では、加工が困難でコストが高くなるという問題がある。また技術的にも、研削ブレードが磨耗するので、経時的に、研削したV字状の溝の形状、深さ等が変化し、光ファイバの位置決め精度が劣化するという問題がある。紫外線が届かない位置での接着剤による接着には、加熱等により硬化するのが一般的であるが、この場合時間がかかり、この間の光ファイバと光導波路との微小な位置ずれにより、接続損失が生ずるという問題がある。

【0004】このような問題を解決する試みとして、透明なプラスチックにより細孔を形成した光ファイバ整列部品が提案されている（W0 94/23321）。しかし、この細孔を有する型の光ファイバ整列部品では、形状が複雑であるので、プラスチック成形時の樹脂の流れが複雑となり、成形温度から常温までの冷却時の熱収縮の不均一により成形精度を高くできない。従って、また成形後も歪みが残る、使用期間中の長期にわたり変形が生じ、光損失の原因となる。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、光ファイバの位置を決めるためのV溝部材のV字状の溝を、微細なV字状の溝を有する金型をプラスチックに転写する方法により成形する。この成形方法では、前記細孔型の光ファ

イバ整列部品を成形する方法に比較して、形状が単純で、本質的には平板の表面に微細なV字状の溝が形成されたものであり、熱収縮も比較的均一でかつ残留歪みも少ないので、成形精度が高いV溝部材を得ることができる。従って、光ファイバを高精度に位置決めし、各光導波路コアと、光軸を正確に揃えて光学的、機械的に接続することが可能となるとともに、残留歪みが少ないのでその後の変形を少なくでき、それによる光損失も小さく出来る。

【0006】更に、上記の高精度に成形したV溝部材を透明なプラスチック材料で構成することにより、光ファイバ整列部品と光導波路基板との各突合端面に塗布した接着剤層の全面に紫外線が到達できるようにして、短時間に強固に接着して、接続時時の微小な位置ずれ等により生ずる光損失を極力小さくするとともに、その後の使用期間中における熱膨張差に基づく位置ずれを抑制して光損失を小さくする。

【0007】具体的には、透明なプラスチック材料として、例えば、エポキシ樹脂にガラス状態のシリカの微粒子を80%以上混入して、屈折率、熱膨張率ともに石英に近いものを用いる。これにより、紫外線透過を確保して各突合端面に塗布した接着剤を紫外線により短時間で強固に接着できるようにする。また、プラスチックの大きな熱膨張により生ずる光導波路基板との位置ずれに基づく光損失については、ガラス状態のシリカの微粒子を混入することにより熱膨張差を小さくして解決する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0009】第1の実施例について説明する。図1は、本発明にかかる光ファイバ整列部品の形状を示す。図2は、図1に示す光ファイバ整列部品のうち、V溝部材を形成するためのプラスチック用の金型を示す図である。図3は、図1に示す、光ファイバ整列部品のうち、板状部材を予め金型内に固定しておくことにより、V溝部材と板状部材とが一体となった一体型のものを成形するための金型を示す。図4は、図1に示す光ファイバ整列部品と光導波路基板との接続構造である。

【0010】本発明の光ファイバ整列部品の形状を、図1に基づいて説明する。2はV溝部材であり、光導波路と接続すべき光ファイバを所定の間隔に整列させるためのV字状の溝3を有している。5は、光導波路と接続すべき光ファイバであり、V溝部材に接着、固定するために先端部の被覆を剥がしてある。4は、V溝部材のV字状の溝3に、接着剤を塗布した光ファイバ5を載置し、その上から加圧して接着固定するとともに、その後は機械的に保護するための蓋の機能を有する板状部材である。1は、V溝部材2、光ファイバ5、板状部材4を組

合わせて組立た状態の光ファイバ整列部品を示すもので、光導波路基板と接着、固定して接続するための突合端面15を有している。

【0011】V溝部材1は、熱膨張と収縮による光損失を抑制することを目的として、熱膨張係数を、光導波路基板のシリコンのそれとほぼ一致させるため、熱硬化性樹脂である線膨張係数が $3.4 \cdot 10^{-6}$ のエポキシ樹脂17、5体積%に対し、線膨張係数が約 $2.4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ のガラス状のシリカ粉82、5体積%を混合して、線膨張係数を約 $8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に調整したプラスチック成形材料を用いる。この場合、気泡などの混入によりV溝部材の成形後の透明度を低下させないため、屈折率1.4584のガラス状のシリカ粉末を、十分洗浄した後、真空乾燥し不純物、湿度などを完全に排除したのち、着色剤その他の添加剤を含まない純粋な屈折率1.460のエポキシ樹脂とを上記混合比で十分混合し、平均屈折率1.4587の透明なプラスチック成形材料とする。

【0012】なお、本実施例に用いたプラスチック成形材料は、エポキシ樹脂にガラス状のシリカ粉末を混入したものをを用いたが、これに限るものでなく、ポリエステル、ポリカーボネートなどの透明な熱可塑性プラスチックを用いることもできる。

【0013】V溝部材1の成形は、図2に示す金型を用いて成形加工することにより行なう。まず、上金型7と、V字状の溝11を有する下金型6を密着させ、成形温度に加熱した後、前記シリカ粉を含む余熱した熱硬化性樹脂を樹脂注入孔10から所定圧力で注入する。放冷後に金型6、7を分解してV溝部材2を取り出す。この方法で、金型6の高精度のV字状の溝11を樹脂成形により転写できるので、高精度のV溝部材を安定して製作することができ、光ファイバの高精度な整列が可能となる。

【0014】板状部材4は、石英ガラスを研削することにより作成したものをを用いる。

【0015】光ファイバ整列部品1の組立は、V溝部材2の前記V字状の溝3に、先端に紫外線硬化型接着剤を塗布した光ファイバ5を載置して接着し、更に前記板状部材4を用いてその光ファイバの上部から加圧、固定することにより組立てる。また、本実施例では透明な石英製の板状部材4を用いたので、この板状部材4の上部から紫外線を照射して、V字状の溝3への光ファイバ5の接着を短時間で完了することもできる。

【0016】光ファイバ整列部品1と接続すべき光導波路基板100は、図4の一部に示すように、シリコン基板21の上に、光導波路コア20を含む約 $200\mu\text{m}$ の石英層から成る光導波路22と、その上に透明な石英ガラスから成る補強板23を積層したものをを用いる。

【0017】本実施例の、光ファイバ整列部品1は、全体が透明であるので、図4に示す光導波路基板100と

の接続構造からわかるように、各突合端面の紫外線硬化樹脂層24の全面を紫外線25で照射可能となる。従って、紫外線により短時間で、強固に、光ファイバ整列部品1と光導波路基板100を接着できる。

【0018】光ファイバ整列部品1の光ファイバ5と、光導波路基板100の光導波路コア20との機械的、光学的結合は、光ファイバ整列部品1の突合端面15と光導波路基板の突合端面26に、紫外線硬化樹脂25が光学的に透明であって、その屈折率の値が、光ファイバ5のコアの屈折率1.4662と光導波路コア20の屈折率1.4584とほぼ同じ屈折率1.460のものをを用いて、透過光量が最大になるように位置決めして、紫外線を約10分間照射して接着固定した。この場合、光損失を避けるためには、紫外線硬化樹脂24の屈折率は、光ファイバ5のコアと光導波路コア20の各屈折率と、 $\pm 10\%$ 以内で一致することが望ましい。

【0019】本実施例による、光ファイバ整列部品1と光導波路基板100との接続に関する温度の影響を調べたところ、 $-40 \sim +80^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度変化に対して熱膨張の違いによる光損失は0.2dB以下と極めて低くすることができた。前記V溝部材の熱膨張係数を光導波路基板の熱膨張係数なみに小さくしたことと、若干の熱膨張差は強固な接着によりその影響を抑制したことのためである。

【0020】本実施例では、板状部材4として石英ガラスから成るものをを用いたが、これに限られるものでなく、前記V溝部材の成形に用いたガラス状のシリカを混入した透明な樹脂を材料とするものであってもよい。

【0021】なお、V溝部材2を成形する際、図3に示すように、金型内に予め板状部材4を入れた状態で、成形加工することにより、V溝部材2と板状部材4とが一体となった部材を使用することもできる。この場合、図3に示すように板状部材4を下金型6のキャビティ8に挿入し、その上の所定位置にV字状のみぞを形成するための金型12を載置し、これらと図示しない上金型7の下部に取付けられたV溝部材の外部を形成するための金型とによって、V溝部材2と板状部材4とが一体となった部材が成形される。但し、金型内に入れる板状部材4は、その材質が、成形加工に用いる原材料樹脂の軟化温度よりもかなり高いものである必要がある。この場合、光ファイバ整列部品1の組立は、光ファイバ5の先端の被覆を剥離した部分に紫外線硬化樹脂を塗布した状態で、上記一体型の部材に挿入し板状部材4の上部から紫外線を照射して接着固定することにより行なう。

【0022】上記のV溝部材2と板状部材4とが一体となった部材は、金型内に板状部材4を予め挿入し一体として成形加工したもの他、V溝部材2と板状部材4を接着剤により接着して製作したものでもよい。

【0023】なお、本実施例で用いた光ファイバ整列部品1の突合端面15は、光ファイバ5の光軸に直角なも

のをを用いたが、直角方向に対し 5° 乃至は 15° 、望ましくは 8° 傾斜していてもよい。この場合、光ファイバ整列部品と光導波路基板との接続部で生ずる戻り光を効果的に抑制でき、この結果ノイズを減らすことが出来る。

【0024】第2の実施例について説明する。図5に、本実施例にかかる光ファイバ整列部品1と光導波路基板100との接続構造を示す。本実施例は、光ファイバ整列部品1のV溝部材2と板状部材4を透明なガラス状のシリカ粉末を混入したエポキシ樹脂で構成し、光導波路基板100の部材の材料をすべて透明な石英で構成することにより、熱膨張差が比較的大きくなるケースである。即ち、前記V溝部材2と板状部材4の熱膨張係数は $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、光導波路基板を構成する石英の熱膨張係数は $2.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、その熱膨張差を $5.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と比較的大きくしたケースである。勿論、この場合も紫外線により各突合端面の全面を照射することができるので、光ファイバ整列部品1と光導波路基板100を短時間で強固に接着することが可能である。

【0025】具体的には、実施例1においては、光導波路基板100の基板21としてはシリコンを用いたが、本実施例では石英ガラスを用いる。これにより光導波路基板100の全体が透明な石英で構成される。また、実施例1では、光ファイバ整列部品1の板状部材4の材料として石英ガラスを用いたが、本実施例では、前記のガラス状のシリカを混入した透明なエポキシ樹脂を用いる。これにより、光ファイバ整列部品1のV溝部材2と板状部材4がこの樹脂で構成される。

【0026】本実施例による、光ファイバ整列部品1と光導波路基板100との接続に関する温度の影響を調べたところ、 $-40 \sim +80^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度変化に対して熱膨張の違いによる光損失は0.3dB以下と極めて低くすることができた。前記V溝部材2と板状部材4の熱膨張係数 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と光導波路基板を構成する石英の熱膨張係数 $2.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ との熱膨張差を $5.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、実施例1の場合よりはかなり大きい、絶対値としてはかなり小さいことと、若干の熱膨張差は強固な接着によりその影響を抑制したことのためである。

【0027】この熱膨張差が $1.4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ を超えると $-40 \sim +80^{\circ}\text{C}$ の範囲の温度変化に対して熱膨張の違いによる光損失は0.5dB以上となるので、熱膨張差は $1.4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下とすることが望ましい。

【0028】

【効果】以上説明したように、本発明は、光導波路と接続すべき光ファイバの位置を決めるためのV溝部材のV字状の溝を、V字状の溝を有する金型を転写する方法により高精度に成形するので、光ファイバを正確に位置決

めすることが可能となる。更に、上記高精度に成形したV溝部材と板状部材を、透明なガラス状のシリカ粉末を混入した、熱膨張率、屈折率ともに石英に近いプラスチック等を用いて成形するので、これらが透明となり、光ファイバ整列部品と光導波路基板との各突合端面に塗布した接着剤層の全面に紫外線が到達できるようにして、短時間に接続できるので、この間の微小な位置ずれを防止して、接続損失を小さくできる。また、光導波路基板との熱膨張差が小さいので、熱膨張による位置ずれを抑制して使用期間中の長期にわたり光損失が小さく、かつ

【0029】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバ整列部品とその構成部品の形状を示す図である。

【図2】図1に示す光ファイバ整列部品のうち、V溝部材を成形するためのプラスチック用の金型を示す図である。

【図3】図2に示す金型内に予め板状部材を固定しておき、V溝部材と板状部材とが一体となった一体型の部材

【図4】実施例1の光ファイバ整列部品と光導波路基板との接続構造を示す図である。

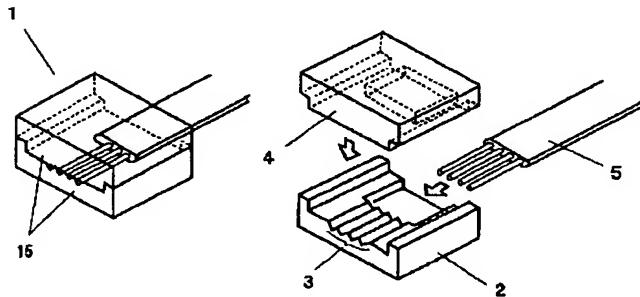
【図5】実施例2の光ファイバ整列部品と光導波路基板*

*との接続構造を示す図である。

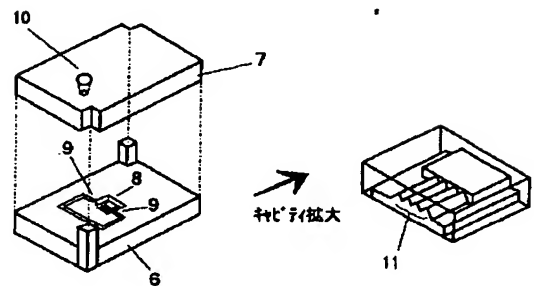
【符号の説明】

- 1：光ファイバ整列部品
- 2：V溝部材
- 3：V字状の溝
- 4：板状部材
- 5：光ファイバ
- 6：下金型
- 7：上金型
- 8：キャビティ
- 9：ゲート
- 10：樹脂注入孔
- 11、12：V字状の溝の金型
- 13：V溝収納溝
- 15：光ファイバ整列部品の突合端面
- 20：光導波路コア
- 21：基板
- 22：光導波路
- 23：補強板
- 24：紫外線硬化型樹脂層
- 25：紫外線
- 26：光導波路基板の突合端面
- 100：光導波路基板

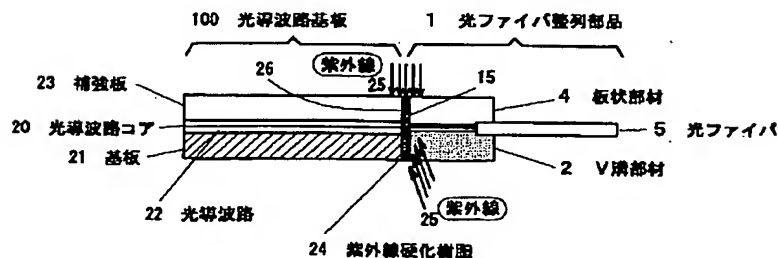
【図1】



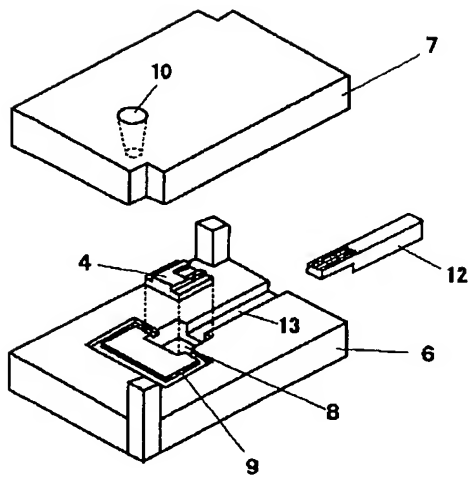
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

